

~~BEST AVAILABLE COPY~~

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-201373  
 (43)Date of publication of application : 06.09.1986

(51)Int.Cl. G06F 15/62  
 G06K 9/00

(21)Application number : 60-042192 (71)Applicant : NEC CORP  
 (22)Date of filing : 04.03.1985 (72)Inventor : OKAJIMA KENJI

## (54) PROCESSING METHOD FOR IMAGE SIGNAL

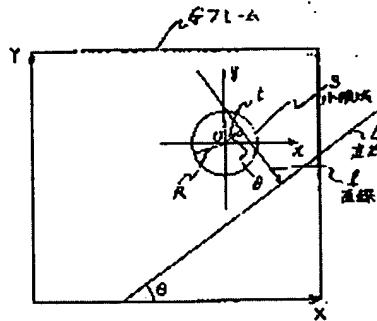
## (57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the quantity of calculation for an autocorrelation function, etc., in a local area by projecting the light-shade degree of picture elements in the local area on segments which have various predetermined angles and are on the same plane with the picture elements.

CONSTITUTION: The picture elements in a small area (s) in an image to be processed are projected on a straight line L which has an angle  $\theta$  to an X axis. Namely, values of picture elements on a straight line l which has an angle  $\theta + \pi/2$  and is at distance (t) from a center (o) are summed up and stored in an address (t,  $\theta$ ) of an image memory repeatedly while (t) is varied from -R to +R and  $\theta$  is varied from (o) to  $\pi$ . When the contents of the address (t,  $\theta$ ) are denoted as A(t,  $\theta$ ), a two-dimensional spatial frequency power spectrum P(k,  $\theta$ ) regarding the index (t) is obtained by squaring the absolute value of a linear discrete Fourier transform F(k,  $\theta$ ) regarding the index (t) of the A(t,  $\theta$ ).

$$P(k, \theta) = \sum_{t=-R}^{+R} A(t, \theta) \exp(-j2\pi k t) \quad \dots \dots \dots$$

$$P(k, \theta) = \left| \sum_{t=-R}^{+R} A(t, \theta) \right|^2$$



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## Reference 2

② 日本国特許庁 (JP)

① 特許出願公開

② 公開特許公報 (A)

昭61-201373

⑤ Int. Cl.

G 06 F 15/62  
G 06 K 9/00

識別記号

庁内整理番号  
6615-5B  
Z-8320-5B

④ 公開 昭和61年(1986)9月6日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

④ 発明の名称 画像信号の処理方法

② 特願 昭60-42192

② 出願 昭60(1985)3月4日

③ 発明者 岡島 健治 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

④ 出願人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑤ 代理人 弁理士 内原晋

### 明細書

#### 1. 発明の名称

画像信号の処理方法

#### 2. 特許請求の範囲

画像信号に対して、その画像中の一定の領域を取り出し、その領域中の画像の明暗度を、前もって定めた種々な角度を持つ、並像と同一平面上にある部分上に投影し、これらの各投影像の、該部分上の座標に関する自己相関関数もしくは空間周波数パワースペクトルを求めるなどを特徴とする画像信号の処理方法。

#### 3. 発明の詳細な説明

##### (産業上の利用分野)

本発明は、画像信号の処理方法に関する。

##### (従来技術とその問題点)

画像処理においては、平均、分散などの種々な統計量を局所的に計算して、バターン認識、あるいはテクスチャ辨別等に利用することがなされてゐる(例えば馬場、横井:画像処理のアルゴリズム、情報処理、21巻、p613 参照)。画像の局所的な空間周波数パワースペクトル、あるいは局所的な自己相関関数を計算することもまたテクスチャの分析、あるいはバターン認識を行なう上で、有用な処理であると考えられるのだが、その場合計算量が膨大になるために実用化には難点があった。

(発明の目的)

本発明の目的は、画像の局所的な空間周波数パワースペクトル、あるいは局所的な自己相関関数を計算する上での、このような従来の問題点を取り除き、これらを少ない計算量で高速に処理する画像信号の処理方法を提供することにある。

##### (発明の構成)

本発明による画像信号の処理方法は、画像の局所的な自己相関関数、あるいは空間周波数パワースペクトルを計算するための計算量を減少させるという要求を、画像中の目的とする領域を取り出

して、その領域中の画像の明暗度を、前もって定めた様々な角度を持つ、画像と同一平面上にある部分上へと投影し、これらの各投影像についてその自己相関関数、もしくは空間周波数パワースペクトルを該部分上の座標に因して求めるという処理を行なうことによって実現する。

## (実施例)

第1図は本発明の一実施例の処理方法を実施するプロック図、第2図は第1図の処理を施す画像例を示す平面図、第3図は本発明の他の実施例の処理方法を実施するプロック図、第4図は第3図の処理を施す画像例を示す平面図である。

第1図に示すように、本実施例において、テレビカメラもしくはイメージスキャナなどからなる撮像装置部1はバタンを映像もしくは走査して、画像情報信号に変換する。この画像情報信号は、A/D変換器2によって画像ごとに、明暗度が数値化されて、画像メモリI3に収納される。本実施例による処理方法では、この画像メモリI3に収納された画像情報信号に対して、まずプロセッサCTなどの各種CTにおいては、細く狭ったビームをスキャンさせながら対象に照射し、検出器によって透過量を測定してこのX軸の減衰量をもとめる。この時X軸の減衰量は、ビーム上の直線上そっての対象物の密度の積分値に比例する。従って、このようなスキャンを角度を変えながら実行することによって、もしも本処理における画像の(1,θ)表現に対応するものが、X軸CTの場合には投影データとして得られることになる。

良く知られているように、X軸CTにおいてはこのようにして得られた投影データを計算機処理することによって元の物体の密度分布を再現することができる。全く同様にして、前述した処理により得られた画像の(1,θ)表現からサンプリング間隔で決まる分解能の範囲で、元の画像を再生することが可能である。従って、本処理における前述の変換により画像の情報が欠損することはない。

サー1-4を用いて以下のような変換を施す。

まず画像中の処理を施したい所定の領域から画像を取り出す。この領域の形状および大きさは任意であるが、ここでは簡単のため半径Rの円形の領域の場合について説明する。第2図に円でしめた小領域Sを、これから処理を施す領域とする。また画像のフレームGおよびX軸、Y軸を第2図のように定める。この小領域S中の画素を、X軸に対して角度θをなす直線上に投影する。即ち角度k/2+θで、考えてる小領域Sの中心Gからの距離dであるような直線上にある画素の値を加算して、その値を第1図に示した画像メモリI5中の(1,θ)で指定されるアドレスに収納する。

このような投影を、1はーRからRまでの範囲で、またθは0からπまでの範囲で、前もって定めたサンプリング間隔で変化させて実行する。このサンプリング間隔で画像の分解能が決まる。

以上述べたような変換はいわゆるX軸CTなどにおける投影データの調定に類似している。X軸

プロセッサー1-4によってこのような変換を施しておくと、後に画像の局所的な自己相関関数あるいは空間周波数パワースペクトルを計算する際の処理量を大幅に減少させることができる。ある。

次に、このようにして得られた画像メモリI5中のデータに対して、プロセッサー1-6が以下のようないくつかの処理を施す。

今、画像メモリI5中のアドレス(1,θ)における値をΔ(1,θ)とおく。

例えば、2次元空間周波数パワースペクトルを求めたい場合には、Δ(1,θ)に対して次のような処理を施す。

$$F(k, \theta) = \sum_{i=1}^N \Delta(i, \theta) \exp(-i2\pi k i) \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$P(k, \theta) = |F(k, \theta)|^2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここで、(1)式の  $F(k, \theta)$  の添え字iに関する1次元の複数値フーリエ変換を、 $P(k, \theta)$  の添え字iに関する1次元の空間周波数パワースペクトルを表わす。(1)式の処理は、高速フーリエ

変換のアルゴリズムによって実行することが可能であり、その場合には、より一層の処理時間の短縮が期待できる。

あるいはまた、画像の局所的な自己相関函数を求めるような場合には、 $A(t, \theta)$ に対して次のような処理を施す。

$$C(d, \theta) = \sum_{t} A(t) A(t-d)$$

ここで、 $C(d, \theta)$ は、 $A(t, \theta)$ の $t$ に関する自己相関函数である。

$P(k, \theta)$ は、元の画像の2次元空間周波数パワースペクトルを直交表示したものになっている。また、 $C(d, \theta)$ は、画像の局所的な自己相関函数そのものではないが、それを、元画像に対して今施したのと全く同様の変換を施して $(t, \theta)$ 表示したものに等しい。これらのこととは、次のようにして解析的に証明し得る。

今、 $\vec{r} = (X, Y)$ の位置にある画素の値を $a(\vec{r})$ で表わすとする。すると、上述の $A(t, \theta)$ は、

$$= \sum_{\vec{r}_1, \vec{r}_2} a(\vec{r}_1) a(\vec{r}_1 + \vec{d}) \delta(d - |\vec{d}|) \cos(\phi_{\vec{d}} - \theta)$$

$$= \sum_{\vec{d}} c(\vec{d}) \delta(d - |\vec{d}|) \cos(\phi_{\vec{d}} - \theta)$$

$$\text{ここで、 } c(\vec{d}) = \sum_{\vec{r}} a(\vec{r}) a(\vec{r} + \vec{d})$$

と計算される。

これは(3)式と見比べればわかるように画像の自己相関函数 $C(\vec{d})$ を $(t, \theta)$ 表示したものにほかならない。

次に、 $P(k, \theta)$ であるが、ウィーナー・キンチン(Wiener-Kinchin)の定理によると、 $A(t, \theta)$ の $t$ に関する空間周波数パワースペクトル $P(k, \theta)$ は、 $A(t, \theta)$ の $t$ に関する自己相関函数 $C(d, \theta)$ の $d$ に関するフーリエ変換に等しい。従って $P(k, \theta)$ は、

$$P(k, \theta) = \sum_d C(d, \theta) e^{j2\pi k \cdot d}$$

で与えられる。これを変形すると、

$$A(t, \theta) = \sum_{\vec{r}} a(\vec{r}) \delta(t - r \cos(\phi_{\vec{r}} - \theta)) \quad (3)$$

$$\text{ここで } \vec{r} = |\vec{r}|, \phi_{\vec{r}} = \arg(\vec{r}), \delta(x) =$$

$$\begin{cases} 1 & x=0 \\ 0 & x \neq 0 \end{cases}$$

で与えられる。このとき $A(t, \theta)$ の $t$ に関する自己相関函数 $C(d, \theta)$ は、

$$\begin{aligned} C(d, \theta) &= \sum_{\vec{r}_1, \vec{r}_2} a(\vec{r}_1) a(\vec{r}_2) \delta(t - r_1 \cos(\phi_{\vec{r}_1} - \theta)) \\ &\quad \delta(t - d - r_2 \cos(\phi_{\vec{r}_2} - \theta)) \\ &= \sum_{\vec{r}_1, \vec{r}_2} a(\vec{r}_1) a(\vec{r}_2) \delta(-d + r_1 \cos(\phi_{\vec{r}_1} - \theta)) \\ &\quad - r_1 \cos(\phi_{\vec{r}_2} - \theta)) \\ &= \sum_{\vec{r}_1, \vec{r}_2} a(\vec{r}_1) a(\vec{r}_2) \delta(d - |\vec{r}_1 - \vec{r}_2|) \\ &\quad \cos(\phi_{\vec{r}_1 - \vec{r}_2} - \theta)) \end{aligned}$$

$$P(k, \theta) = \sum_{\vec{d}} C(\vec{d}) \delta(d - |\vec{d}| \cos(\phi_{\vec{d}} - \theta))$$

$$\exp(-i2\pi k \cdot d)$$

$$= \sum_{\vec{d}} C(\vec{d}) \exp(-i2\pi k \cdot |\vec{d}| \cos(\phi_{\vec{d}} - \theta))$$

$$= \sum_{\vec{d}} C(\vec{d}) \exp(-i2\pi k \cdot \vec{d})$$

$$= \sum_{\vec{d}} C(\vec{d}) \exp(i2\pi k \cdot \vec{d})$$

$$\text{ここで、 } \vec{k} = (k \cos \theta, k \sin \theta)$$

と計算され、これはやはりウィーナー・キンチンの定理により、画像 $a(\vec{r})$ の2次元の空間周波数パワースペクトル $P(k, \theta)$ に等しい。従って、 $P(k, \theta)$ は、2次元の空間周波数パワースペクトル $P(\vec{k})$ を、直交表示したものにほかなりない。

前述したように、画像の $(t, \theta)$ 表現から元の画像を再生することが可能であるのと全く同様の理由により、 $C(d, \theta)$ から、元の画像の局所的な自己相関函数を再現することができる。その意味において、 $C$ は元の画像の局所的な自己相

周波数と同等の計算量を含んでいると見てよい。さて、画像の2次元の空間周波数パワースペクトルあるいは自己相関関数を計算しようとするとき、画像の曲線数を $\sim N^2$  とすると $\sim N^4$  個の計算(掛け算)が必要である(高速フーリエ変換を利用すれば、この数はより減少する)。ところが、本実施例による処理方法では、掛け算を必要とするフーリエ変換、あるいは自己相関関数の計算は、1次元の添え字(i)に関してのみ実行すればすむため、この計算量は $\sim N^3$  個に減少している。これが、本実施例による処理方法が高速処理を実現できる原因になっている。

このようにして得られた処理結果(PもしくはC)は次の判定ユニット7に送られ、そこでパターン認識あるいはテクスチャ判別などの処理のために利用される。

第3図に、本発明による処理をマルチプロセッサー構成にしてパターン認識装置に応用した他の実施例のブロック図を示す。

画像走査部1から入力されたパターンの画像情報

パワースペクトルは提示されたパターンを並進移動させても不变であるから、このような処理方法によって得られるP(k, θ; i)の3次元パターンは、小領域S<sub>i</sub>の大きさ程度のパターンの位置ずれに対しては非常に安定である。従って第3図に示したような方法によって、パターンの位置ずれに強いパターン認識を高速に実行できる画像信号の処理方法が実現できる。

#### (発明の効果)

以上説明したように本発明は、画像の弱暗部を画像平面上の様々な角度の成分上に投影し、その投影データを処理することにより、画像の局所的な自己相関関数あるいは局所的な空間周波数スペクトルを、従来の方法に比べてはるかに少ない計算量で求めることができる効果がある。

自己相関関数を求める場合には、曲線数を $\sim N^2$  とすると、通常の方法では $\sim N^4$  個の計算量(掛け算)を要するのに対して、本発明による方法によれば $\sim N^3$  個の計算量(掛け算)ですむ(空間周波数スペクトルを求める場合には、高速フーリ

エ変換を利用して、曲線ごとに、明暗度が強化され、画像メモリ1, 3に収納される。本実施例による処理では、この画像をお互いにオーバーラップするいくつかの小領域S<sub>1</sub>~S<sub>i</sub>に分割する。第4図にこの分割の例を示してある。第4図では小領域S<sub>1</sub>~S<sub>i</sub>の形状は円になっていながら、この形状は任意である。

第3図に示した他の実施例では、分割された各小領域S<sub>1</sub>~S<sub>i</sub>に対して上述したような処理がそれぞれ専用のプロセッサー4<sub>1</sub>~4<sub>i</sub>および5<sub>1</sub>~5<sub>i</sub>により並列に実行される。各小領域S<sub>1</sub>~S<sub>i</sub>を区別する添え字をiで表わし、i番めの小領域S<sub>i</sub>での処理結果をP(k, θ; i)で表わす。各プロセッサーにより計算されたP(k, θ; i)は、次のパターン判定ユニット8へ送られる。このパターン判定ユニット8では、この3次元パターンP(k, θ; i)に対して、前もって今述べたと同様の処理を施しておいた複数パターンを用いてテンプレートマッチングを施してパターン判定を行なう。

良く知られているように、パターンの空間周波数

エ変換を利用すると、この計算量の低減はこの評価よりも減少するが、やはり大幅な計算量の削減が実現できる)。

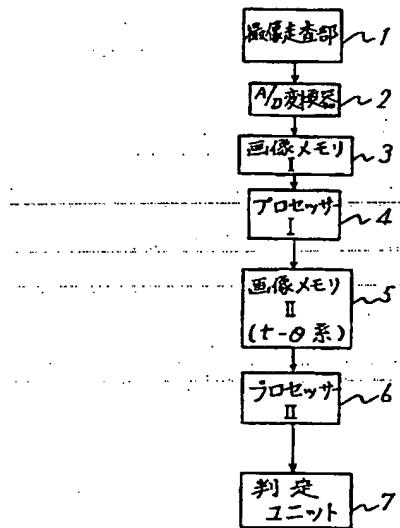
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の処理方法を実施するブロック図、第2図は、第1図の処理を施す画像例を示す平面図、第3図は本発明の他の実施例の処理方法を実施するブロック図、第4図は第3図の処理を施す平面図である。

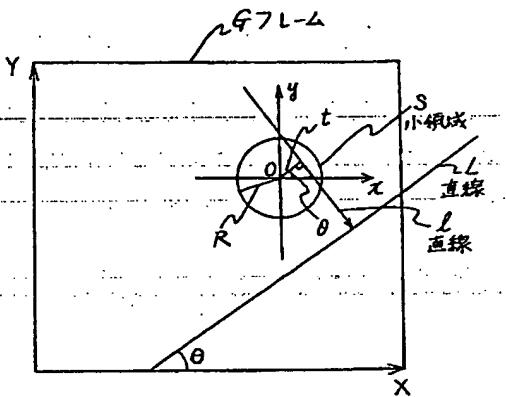
1…画像走査部、2…A/D変換器、3…画像メモリ1, 4, 4<sub>1</sub>~4<sub>i</sub>…プロセッサー1, 5, 5<sub>1</sub>~5<sub>i</sub>…画像メモリ2, 6, 6<sub>1</sub>~6<sub>i</sub>…プロセッサー2、7…判定ユニット、8…パターン判定ユニット。

代理人弁理士内原賀

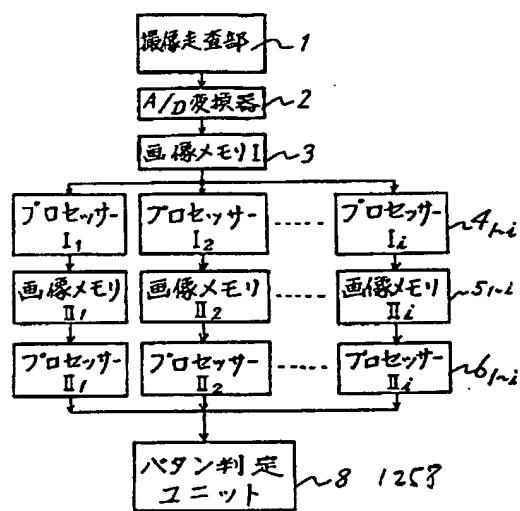
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

